



*Ministero delle Attività Produttive*  
*Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività*  
*Ufficio Italiano Brevetti e Marchi*  
*Ufficio G2*

**Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per:** Invenzione Industriale

**N.** TO2003 A 000142



*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali  
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati  
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**

**30 MAR. 2004**

Roma

**IL FUNZIONARIO**

*Dr.ssa Paola Giuliano*

**BEST AVAILABLE COPY**

**AL MINISTERO DELL'INDUSTRIA DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO**  
**UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA**

Caso 02-CA-422/GC  
 Ns.Rf.2/5552

**MODULO A**

marca  
da  
bollo

**A. RICHIEDENTE (I)**

1) Denominazione STMICROELECTRONICS S.R.L. N.G. ISR  
 Residenza AGRATE BRIANZA (MI) codice 00951900968  
 2) Denominazione \_\_\_\_\_  
 Residenza \_\_\_\_\_ codice \_\_\_\_\_

**B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.**

cognome e nome CERBARO Elena e altri cod. fiscale \_\_\_\_\_  
 denominazione studio di appartenenza STUDIO TORTA S.r.l.  
 via Viotti n. 10009 città TORINO cap 10121 (prov) TO

**C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario**

via \_\_\_\_\_ n. \_\_\_\_\_ città \_\_\_\_\_ cap \_\_\_\_\_ (prov) \_\_\_\_\_

**D. TITOLO**

classe proposta (sez/cl/scf) \_\_\_\_\_

gruppo/sottogruppo \_\_\_\_\_

DISPOSITIVO INERZIALE MULTIDIREZIONALE A SOGLIA MULTIPLA

ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO: SI ☐ NO ☐

SE ISTANZA: DATA \_\_\_\_\_

N° PROTOCOLLO \_\_\_\_\_

**E. INVENTORI DESIGNATI**

cognome nome

1) LASALANDRA Ernesto 3) \_\_\_\_\_  
 2) PASOLINI Fabio 4) \_\_\_\_\_

**F. PRIORITÀ**

nazione o organizzazione

tipo di priorità

numero di domanda

data di deposito

allegato  
S/R

1) \_\_\_\_\_  
 2) \_\_\_\_\_

**SCIoglimento RISERVE**

Data

N° Protocollo

**G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA CULTURE DI MICRORGANISMI, denominazione**

**H. ANNOTAZIONI SPECIALI**

**DOCUMENTAZIONE ALLEGATA**

N. es.

Doc. 1) 1 PROV n. pag. 23 riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare) ....  
 Doc. 2) 1 PROV n. tav. 03 disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare) .....  
 Doc. 3) 1 RIS lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale .....  
 Doc. 4) 1 RIS designazione inventore .....  
 Doc. 5) 1 RIS documenti di priorità con traduzione in italiano .....  
 Doc. 6) 1 RIS autorizzazione o atto di cessione .....  
 Doc. 7) 1 nominativo completo del richiedente

8) attestati di versamento, totale Euro Duecentonovantuno/80

COMPILATO IL 28 02 2003

FIRMA DEL (I) RICHIEDENTE (I)

*Elena Cerbaro*

obbligatorio

CONTINUA SINO NO

CERBARO Elena

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SINO SI

CAMERA DI COMMERCIO IND. ART. AGR. DI TORINO

codice 01

VERBALE DI DEPOSITO

NUMERO DI DOMANDA

TO 2003A 000142

L'anno duemilatre

il giorno ventotto

del mese di Febbraio

Il (I) richiedente (I) sopraindicato (I) ha (hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda, corredata di n. 00 fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto soprariportato.

**I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIO ROGANTE**

IL DEPOSITANTE

STUDIO TORTA S.r.l.

CAMERA DI COMMERCIO  
INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA  
DI TORINO

timbro  
dell'ufficio

**Silvana BUSSO**  
CATEGORIA D.  
L'UFFICIALE ROGANTE

*Silvana Bussu*

BEST AVAILABLE COPY

NUMERO DOMANDA **TO 2003A 0001 42**

NUMERO BREVETTO

DATA DI DEPOSITO **28/10/2003**

DATA DI RILASCIO

A. RICHIEDENTE (I)

Denominazione **STMICROELECTRONICS S.R.L.**

Residenza **AGRATE BRIANZA (MI)**

D. TITOLO

**DISPOSITIVO INERZIALE MULTIDIREZIONALE A SOGLIA MULTIPLA**

Classe proposta (sez./cl./scl)

(gruppo/sottogruppo)

L. RIASSUNTO

Dispositivo inerziale multidirezionale avente una pluralità di assi preferenziali di rilevamento (X, Y) e includente: sensori inerziali (11, 12), sensibili ad accelerazioni dirette parallelamente agli assi preferenziali di rilevamento (X, Y); stadi di trasduzione (14, 15), accoppiati ai sensori inerziali (11, 12) e fornenti una pluralità di segnali di accelerazione ( $|A_{XD}|$ ,  $|A_{YD}|$ ) correlati ciascuno a un'accelerazione parallela a un rispettivo asse preferenziale di rilevamento (X, Y); un primo circuito di confronto (21, 24, 30), collegato agli stadi di trasduzione (14, 15) e fornente un prefissato valore logico (R, alto) quando almeno uno dei segnali di accelerazione ( $|A_{XD}|$ ,  $|A_{YD}|$ ) è maggiore di una rispettiva soglia superiore ( $X_H$ ,  $Y_H$ ); il dispositivo include, inoltre, un secondo circuito di confronto (22, 23, 29), collegato agli stadi di trasduzione (14, 15) e al primo circuito di confronto (21, 24, 30) per fornire il prefissato valore logico (R, alto) quando ciascuno dei segnali di accelerazione ( $|A_{XD}|$ ,  $|A_{YD}|$ ) è maggiore di una rispettiva soglia inferiore ( $X_L$ ,  $Y_L$ ), che è minore della rispettiva soglia superiore ( $X_H$ ,  $Y_H$ ).

M. DISEGNO

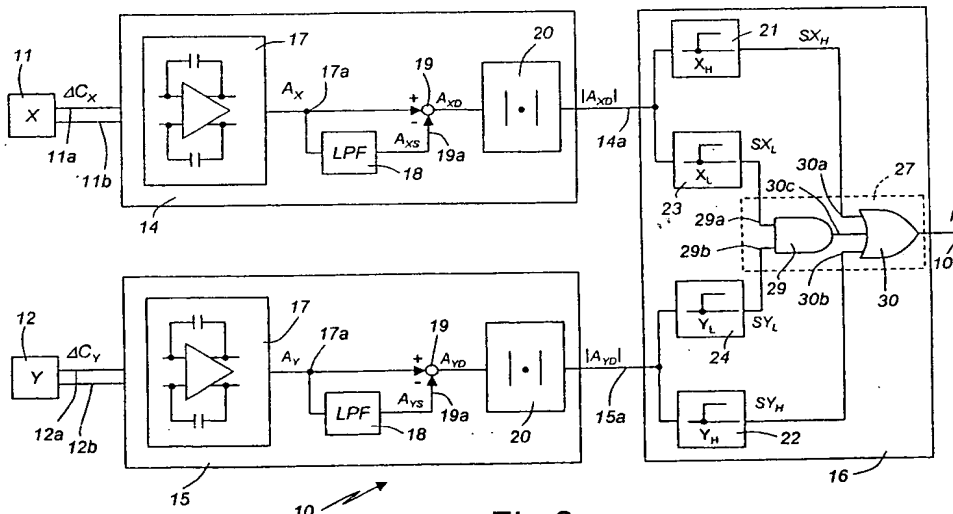


Fig. 3



CAMERA DI COMMERCIO  
INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA  
DI TORINO



D E S C R I Z I O N E

del brevetto per invenzione industriale

di STMICROELECTRONICS S.R.L.

di nazionalità italiana,

con sede a 20041 AGRATE BRIANZA (MILANO) - VIA C. OLIVETTI, 2

Inventori: LASALANDRA Ernesto, PASOLINI Fabio

28 FEB. 2003

\*\*\* \*\*

TO

2003A 000142

La presente invenzione si riferisce ad un dispositivo inerziale multidirezionale a soglia multipla.

Sono noti dispositivi inerziali multidirezionali (inertial switches) che rilevano le accelerazioni dovute a forze agenti lungo almeno due direzioni indipendenti e forniscono un segnale di riconoscimento quando le componenti di una forza secondo una di tali direzioni indipendenti supera una prefissata soglia. In particolare, sono attualmente disponibili dispositivi inerziali basati su sensori inerziali micro-elettromeccanici o sensori inerziali MEMS (dall'inglese "Micro-Electro-Mechanical System"); vantaggiosamente, i sensori inerziali MEMS hanno alta sensibilità, ingombro contenuto e, soprattutto, consumi praticamente trascurabili.

Come è noto, un sensore inerziale MEMS comprende un corpo fisso e una massa mobile, fra loro collegati mediante elementi elastici di sospensione, che consen-

CIRIACO ELENG  
Iscrizione Albo nr 426/BMI

tono un movimento relativo della massa mobile rispetto al corpo fisso secondo prefissati gradi di libertà, rotatori o traslatori. Di conseguenza, una forza agente sul sensore inerziale (o, in modo equivalente, l'accelerazione dovuta all'applicazione di tale forza) causa uno spostamento della massa mobile rispetto al corpo fisso in accordo con i gradi di libertà consentiti dagli elementi elastici di sospensione. Inoltre, a tali gradi di libertà corrispondono rispettivi assi preferenziali di rilevamento del sensore inerziale: in pratica, lo spostamento della massa mobile rispetto al corpo fisso è massimo quando la direzione di una forza (o di un momento, nel caso di sensori rotazionali) agente sul sensore è diretta parallelamente a un asse preferenziale di rilevamento.

Normalmente, un dispositivo inerziale multidirezionale può comprendere un sensore inerziale MEMS avente almeno due gradi di libertà traslatori (e quindi due assi preferenziali di rilevamento), oppure almeno due sensori aventi un grado di libertà traslatorio e rispettivi assi preferenziali di rilevamento non coincidenti e preferibilmente ortogonali. Come accennato in precedenza, un impulso di riconoscimento viene generato ogni volta che la componente di un'accelerazione secondo uno degli assi preferenziali di rilevamento supera

CEIDARO Elong  
Iscrizione Albo n° 426/BMI

una soglia prefissata. Inoltre, la soglia è preferibilmente la stessa per tutti gli assi.

I dispositivi inerziali noti soffrono però di alcune limitazioni. È infatti evidente che una forza o, in modo equivalente, l'accelerazione causata da tale forza, pur avendo intensità superiore alla soglia prefissata, può non essere rilevata se la sua direzione si discosta significativamente dagli assi preferenziali di rilevamento. In questo caso, le componenti di tale accelerazione lungo gli assi preferenziali di rilevamento possono essere tutte minori della soglia prefissata.

Per maggiore chiarezza, si faccia riferimento alla figura 1, in cui sono illustrati un primo e un secondo asse preferenziale di rilevamento X, Y di un dispositivo inerziale bidirezionale, qui non mostrato, comprendente ad esempio due sensori inerziali MEMS lineari (a-venti cioè un grado di libertà traslatorio); per entrambi gli assi preferenziali di rilevamento è fissata una stessa soglia S. La figura 1 mostra, inoltre, un'accelerazione avente modulo A maggiore della soglia S e formante un angolo  $\alpha$  con il primo asse preferenziale di rilevamento X. Le componenti dell'accelerazione lungo gli assi preferenziali di rilevamento, qui indicate con  $A_x$ ,  $A_y$ , sono pari a:

$$A_x = A \cos \alpha$$

CERBARO Elenco  
Iscrizione Albo nr 426/BMI

$$A_y = A \cos (90^\circ - \alpha)$$

Nel caso più sfavorevole, a cui si riferisce la figura 1, l'angolo  $\alpha$  misura  $45^\circ$ , per cui si ha:

$$A_x = A_y = A/\sqrt{2}$$

È quindi evidente che l'accelerazione non viene rilevata se:

$$A < S\sqrt{2} = S * 1.41$$

In altre parole, il rilevamento di un'accelerazione diretta può fallire anche se il modulo dell'accelerazione è considerevolmente maggiore della soglia S.

D'altra parte, in moltissimi casi il semplice abbassamento della soglia S non è soddisfacente, in quanto verrebbero rilevati anche disturbi di modesta intensità; e anche la ricostruzione del valore esatto dell'accelerazione mediante elaborazione analogica dei segnali forniti dai sensori inerziali non sarebbe accettabile, perché comporterebbe un assorbimento di potenza tale da annullare il risparmio dovuto all'uso di sensori inerziali MEMS.

Scopo della presente invenzione è superare le limitazioni descritte, migliorando il rilevamento delle forze e/o delle accelerazioni a cui il dispositivo inerziale è sottoposto.

Secondo la presente invenzione viene realizzato

CERBARO Elena  
Iscrizione Albo nr 426/BW



dispositivo inerziale multidirezionale a soglia multipla, come definito nella rivendicazione 1.

Per una migliore comprensione dell'invenzione, ne viene ora descritta una forma di realizzazione, a puro titolo di esempio non limitativo e con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

- la figura 1 illustra grafici relativi a grandezze presenti in un dispositivo inerziale noto;

- la figura 2 è una vista schematica in pianta dall'alto di un sensore inerziale noto; e

- la figura 3 illustra uno schema a blocchi semplificato relativo a un dispositivo inerziale secondo la presente invenzione;

- la figura 4 illustra grafici relativi a grandezze presenti nel dispositivo inerziale di figura 3; e

- la figura 5 mostra una vista in pianta dall'alto, parzialmente sezionata, di un apparecchio elettronico portatile incorporante il dispositivo inerziale di figura 3.

In figura 2, è illustrato per maggiore chiarezza un sensore inerziale 1, di tipo noto, avente un asse preferenziale di rilevamento A. In dettaglio, il sensore inerziale 1 comprende uno statore 2 e una massa mobile 3, fra loro collegati mediante molle 4 in modo che la massa mobile 3 possa traslare parallelamente al pri-

CIRCARO Elena  
(Iscrizione Albo n° 426/BW)



mo asse preferenziale di rilevamento A.

Lo statore 2 e la massa mobile 3 sono provvisti di una pluralità di primi e secondi elettrodi statorici 5', 5" e, rispettivamente, di una pluralità di elettrodi mobili 6. Ogni elettrodo mobile 6 è compreso fra due rispettivi elettrodi statorici 5', 5", ai quali è parzialmente affacciato; di conseguenza, ciascun elettrodo mobile 6 forma con i due elettrodi fissi 5', 5" adiacenti un primo e, rispettivamente, un secondo condensatore a facce piane e parallele. Inoltre, tutti i primi elettrodi statorici 5' sono collegati a un primo terminale statorico 1a e tutti i secondi elettrodi statorici 5" sono collegati a un secondo terminale statorico 1b, mentre gli elettrodi mobili 6 sono collegati a massa. Dal punto di vista elettrico, quindi, il sensore inerziale 1 è schematizzabile mediante un primo e un secondo condensatore equivalente 8, 9 (qui illustrati con linea a tratteggio), aventi primi terminali collegati al primo e, rispettivamente, al secondo terminale statorico 1a, 1b e secondi terminali collegati a massa. Inoltre, il primo e il secondo condensatore equivalente 8, 9 hanno capacità variabile e correlata alla posizione relativa della massa mobile 3 rispetto al rotore 2; in particolare, la capacità dei condensatori equivalenti 8, 9 a riposo sono uguali e presentano uno sbilan-

CEIPARO Elana  
Iscrizione Albo nr 426/BMI

ciamento in presenza di un'accelerazione orientata secondo l'asse preferenziale di rilevamento (in questo caso, il primo asse X).

Secondo quanto illustrato in figura 3, un dispositivo inerziale multidirezionale secondo la presente invenzione, indicato nel suo complesso con il numero di riferimento 10, comprende un primo e un secondo sensore inerziale 11, 12, accoppiati a un primo e, rispettivamente, a un secondo stadio di trasduzione 14, 15, e uno stadio di comparazione 16.

I sensori inerziali 11, 12 sono sensori lineari a sbilanciamento capacitivo, realizzati con tecnologia MEMS, del tipo descritto in precedenza con riferimento alla figura 1. In particolare, il primo e il secondo sensore inerziale 11, 12 hanno un primo e, rispettivamente, un secondo asse preferenziale di rilevamento X, Y fra loro ortogonali, formanti assi preferenziali di rilevamento del dispositivo inerziale 10.

Gli stadi di trasduzione 14, 15 comprendono ciascuno un convertitore C-V 17, un filtro 18, un nodo sottrattore 19 e un raddrizzatore 20.

Più in dettaglio, il convertitore C-V 17 del primo stadio di trasduzione 14, di per sé noto, è basato su un circuito integratore di carica differenziale e ha ingressi collegati al primo e al secondo terminale sta-

CEI 330 Elettrotecnica  
Iscrizione Albo n° 426/BM

torico 11a, 11b del primo sensore inerziale 11. In pratica, il convertitore C-V 17 del primo stadio di trasduzione 14 legge lo sbilanciamento capacitivo  $\Delta C_x$  del primo sensore inerziale 11 e fornisce su una propria uscita 17a un primo segnale di accelerazione  $A_x$ , correlato alla componente di un'accelerazione  $A$  diretta secondo il primo asse preferenziale di rilevamento  $X$  e dovuta a forze agenti sul primo sensore inerziale 11 (si veda anche la figura 4). L'uscita 17a del convertitore C-V 17 è inoltre collegata a un ingresso non invertente del nodo sottrattore 19.

Il filtro 18, di tipo passa-basso, è collegato fra l'uscita 17a del convertitore C-V 17 e un ingresso invertente 19a del nodo sottrattore 19; in pratica, il filtro 18 estrae la componente continua del primo segnale di accelerazione  $A_x$  e fornisce in uscita un primo segnale di accelerazione statica  $A_{xs}$ , correlato alle sole accelerazioni dirette secondo il primo asse preferenziale di riferimento  $X$  e dovute a forze costanti, come la forza di gravità.

Il nodo sottrattore 19 ha un'uscita collegata al raddrizzatore 20 e fornente un primo segnale di accelerazione dinamica  $A_{xd}$ , correlato alle sole accelerazioni dirette secondo il primo asse preferenziale di riferimento  $X$  e dovute a forze variabili. In pratica, il nodo

CEDARO Elena  
Dittatore Albo n° 426/BMI



sottrattore 19 determina il primo segnale di accelerazione dinamica  $A_{XD}$  sottraendo il primo segnale di accelerazione statica  $A_{XS}$  dal primo segnali di accelerazione  $A_X$ .

Il raddrizzatore 20 è collegato fra l'uscita del nodo sommatore 19 e lo stadio di comparazione 16; inoltre, un'uscita del raddrizzatore 20 forma un'uscita 14a del primo stadio di trasduzione 14 e fornisce il valore assoluto  $|A_{XD}|$  del primo segnale di accelerazione dinamica  $A_{XD}$ .

Nel secondo stadio di trasduzione 15, il convertitore C-V 17, il filtro 18, il nodo sottrattore 19 e il raddrizzatore 20 sono collegati fra loro come sopra descritto a proposito del primo stadio di trasduzione 14. Inoltre, il convertitore C-V 17 del secondo stadio di trasduzione 15 ha ingressi collegati al primo e al secondo terminale statorico 12a, 12b del secondo sensore inerziale 12. In pratica, il convertitore C-V 17 del secondo stadio di trasduzione 15 legge lo sbilanciamento capacitivo  $\Delta C_Y$  del secondo sensore inerziale 12 e fornisce sulla propria uscita 17a un secondo segnale di accelerazione  $A_Y$ , correlato alla componente di un'accelerazione  $A$  diretta parallelamente al secondo asse preferenziale di rilevamento  $Y$  e dovuta alle forze agenti sul primo sensore inerziale 11 (figura 4). Inol-

CERBARO Elena  
(iscrizione Albo nr 426/BM)

tre, il filtro 18 e il nodo sottrattore 19 forniscono un secondo segnale di accelerazione statica  $A_{YS}$  e, rispettivamente, un secondo segnale di accelerazione dinamica  $A_{YD}$ , correlati alle accelerazioni dirette parallelamente al secondo asse preferenziale di rilevamento Y e dovute alle forze costanti e, rispettivamente, variabili agenti sul secondo sensore inerziale 12; il raddrizzatore 20, la cui uscita forma un'uscita 20b del secondo stadio di trasduzione 15, fornisce il valore assoluto  $|A_{YD}|$  del primo segnale di accelerazione dinamica  $A_{YD}$ .

Lo stadio di comparazione 16 comprende un primo comparatore di soglia superiore 21, un secondo comparatore di soglia superiore 22, un primo comparatore di soglia inferiore 23, un secondo comparatore di soglia inferiore 24, e un circuito logico di uscita 27, avente una porta AND 29 e una porta OR 30 a tre ingressi.

In dettaglio, il primo comparatore di soglia superiore 21 e il primo comparatore di soglia inferiore 23 hanno rispettivi ingressi collegati all'uscita 14a del primo stadio di trasduzione 14 e ricevono perciò il valore assoluto  $|A_{XD}|$  del primo segnale di accelerazione dinamica  $A_{XD}$ ; il secondo comparatore di soglia superiore 22 e il secondo comparatore di soglia inferiore 24 hanno invece rispettivi ingressi collegati all'uscita 15a

EDBARO Eletro  
Isotazione Albo nr 426/BM

del secondo stadio di trasduzione 15, in modo da ricevere il valore assoluto  $|A_{XY}|$  del secondo segnale di accelerazione dinamica  $A_{YD}$ . Inoltre, il primo e il secondo comparatore di soglia superiore 21, 22 hanno uscite collegate a un primo e, rispettivamente, a un secondo ingresso 30a, 30b della porta OR 30, mentre il primo e il secondo comparatore di soglia inferiore 23, 24 hanno uscite collegate a un primo e, rispettivamente, a un secondo ingresso 29a, 29b della porta AND 29; l'uscita della porta AND 29 è collegata a un terzo ingresso 30c della porta OR 30 e l'uscita della porta OR 30 forma un'uscita 10a del dispositivo inerziale 10 e fornisce un segnale di riconoscimento R.

Il primo comparatore di soglia superiore 21 e il primo comparatore di soglia inferiore 23 forniscono in uscita rispettivamente un primo e un secondo segnale di superamento soglia  $SX_H$ ,  $SX_L$ . In particolare, il primo e il secondo segnale di superamento soglia  $SX_H$ ,  $SX_L$  vengono posti a un primo valore logico (alto), quando il valore assoluto  $|A_{XD}|$  del primo segnale di accelerazione dinamica  $A_{XD}$  è maggiore di una prima soglia superiore  $X_H$  e, rispettivamente, di una prima soglia inferiore  $X_L$ , che è più bassa della prima soglia superiore  $X_H$  (si veda anche la figura 4); e a un secondo valore logico (basso) in caso contrario.

CEIBARO Elena  
(iscrizione Albo nr 426/BW)

Il secondo comparatore di soglia superiore 22 e il secondo comparatore di soglia inferiore 24 forniscono in uscita rispettivamente un terzo e un quarto segnale di superamento soglia  $SY_H$ ,  $SY_L$ . Il terzo segnale e il quarto segnale di superamento soglia  $SY_H$ ,  $SY_L$  vengono posti al primo valore logico (alto), quando il valore assoluto  $|A_{YD}|$  del secondo segnale di accelerazione dinamica  $A_{YD}$  è maggiore di una seconda soglia superiore  $Y_H$  e, rispettivamente, di una seconda soglia inferiore  $Y_L$ , che è più bassa della seconda soglia superiore  $Y_H$ ; e al secondo valore logico (basso) in caso contrario.

Il circuito logico di uscita 27, quindi, implementa la seguente funzione combinatoria:

$$R = SX_H \text{ OR } SY_H \text{ OR } (SX_L \text{ AND } SY_L).$$

In pratica, il segnale di riconoscimento viene posto al primo valore logico (alto) quando si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- il valore assoluto  $|A_{XD}|$  del primo segnale di accelerazione dinamica  $A_{XD}$  è maggiore della prima soglia superiore  $X_H$ ;
- il valore assoluto  $|A_{YD}|$  del secondo segnale di accelerazione dinamica  $A_{YD}$  è maggiore della seconda soglia superiore  $Y_H$ ; e
- il valore assoluto  $|A_{XD}|$  del primo segnale di accelerazione dinamica  $A_{XD}$  e il valore assoluto  $|A_{YD}|$  del

CERBARO Elena  
Iscrizione Albo nr 426/BMI



secondo segnale di accelerazione dinamica  $A_{YD}$  sono maggiori della prima soglia inferiore  $X_L$  e, rispettivamente, della seconda soglia inferiore  $Y_L$ .

In caso contrario, il segnale di riconoscimento  $R$  è posto al secondo valore logico (basso).

Pertanto, il rilevamento di una accelerazione dovuta a una forza agente sul dispositivo inerziale 10 è associato al primo valore logico del segnale di riconoscimento  $R$ .

Nella preferita forma di attuazione descritta (figura 4), la prima e la seconda soglia  $X_H$ ,  $Y_H$  sono uguali fra loro e la prima e la seconda soglia inferiore  $X_L$ ,  $Y_L$  sono uguali fra loro; inoltre, il rapporto fra la soglia superiore  $X_H$  e la prima soglia inferiore  $X_L$  e il rapporto fra la seconda soglia superiore  $Y_H$  e la seconda soglia inferiore  $Y_L$  sono sostanzialmente pari a  $1/\sqrt{2}$ . La prima e la seconda soglia superiore  $X_H$ ,  $Y_H$  rappresentano il minimo valore assoluto che una accelerazione deve avere per poter essere rilevata, quando è diretta parallelamente al primo o al secondo asse preferenziale di rilevamento  $X$ ,  $Y$ .

In pratica, le componenti di accelerazione dinamica secondo ciascuno degli assi preferenziali di rilevamento  $X$ ,  $Y$  sono confrontate con una rispettiva soglia superiore ( $X_H$ ,  $Y_H$ ) e una rispettiva soglia inferiore

CERAPRO Elana  
Isotazione Albo n° 426/BMI



( $X_L$ ,  $Y_L$ ). Se in almeno uno dei due casi la soglia superiore viene superata, il dispositivo inerziale 10 rileva comunque un'accelerazione e dunque l'azione di una forza; diversamente, l'accelerazione viene riconosciuta se le componenti dirette parallelamente agli assi preferenziali di rilevamento X, Y sono contemporaneamente maggiori delle rispettive soglie inferiori.

Nella preferita forma di attuazione descritta, in particolare, un'accelerazione A (figura 4) formante un angolo di  $45^\circ$  con gli assi preferenziali di rilevamento X, Y e valore assoluto superiore alla prima e alla seconda soglia superiore  $X_H$ ,  $Y_H$  viene sempre rilevata, mentre un'accelerazione avente valore assoluto inferiore alla prima e alla seconda soglia inferiore  $X_L$ ,  $Y_L$  non viene mai rilevata. Inoltre, il massimo errore possibile (ossia la il massimo valore assoluto per cui il rilevamento può fallire) si verifica in presenza delle accelerazioni A', A'' di figura 4. Nel caso dell'accelerazione A', indicando con  $|A_{ERR}|$  il massimo errore possibile, si ha:

$$|A_{ERR}| = \sqrt{X_L^2 + Y_H^2} = \sqrt{X_L^2 + X_H^2} = \sqrt{(X_H/\sqrt{2})^2 + X_H^2}$$

$$|A_{ERR}| = X_H \sqrt{3/2} = X_H * 1,22$$

Come risulta chiaramente da quanto sopra descritto, il dispositivo inerziale secondo l'invenzione permette vantaggiosamente di migliorare l'efficienza di

rilevamento delle accelerazioni e di ridurre in modo consistente il massimo errore che può essere commesso. Grazie all'impiego di due soglie per ogni asse preferenziale di rilevamento, è infatti possibile rilevare accelerazioni con direzioni significativamente diverse dagli assi preferenziali di rilevamento, anche quando nessuna delle soglie superiori viene raggiunta.

Il dispositivo inerziale descritto, inoltre, è particolarmente adatto a essere impiegato come dispositivo di riattivazione da stand-by in apparecchi elettronici portatili, quali telefoni cellulari o calcolatori palmari. Al fine di minimizzare i consumi e così aumentare l'autonomia, tali apparecchi vengono infatti posti in stand-by dopo un periodo di inattività. Con riferimento alla figura 5, un apparecchio elettronico portatile 30 (qui un telefono cellulare) incorporante il dispositivo inerziale 10 secondo l'invenzione può essere automaticamente riportato nello stato attivo appena viene rilevato un movimento ossia quando il segnale di riconoscimento R si porta al primo valore logico (ad esempio, quando l'apparecchio viene afferrato da un utente). Vantaggiosamente, i segnali di accelerazione dinamica  $A_{XD}$ ,  $A_{YD}$  forniti dagli stadi di trasduzione 14, 15 del dispositivo inerziale 10 sono correlati alle sole accelerazioni dovute a forze variabili e, in prati-

CESARO Elenco  
Iscrizione Albo n. 426/BMI

ca, sono diversi da zero soltanto quando l'apparecchio 30 viene mosso, in particolare quando viene impugnato per essere utilizzato. Si noti che, poiché l'apparecchio 30 può essere variamente orientato sia durante l'uso, sia quando non viene impiegato, non necessariamente le componenti della forza di gravità lungo gli assi preferenziali di rilevamento X, Y sono sempre costanti e possono essere non nulle anche quando l'apparecchio 30 non viene mosso. Tuttavia, finché l'apparecchio 1 rimane in quiete, la forza di gravità fornisce contributi costanti ai segnali di accelerazione  $A_X$ ,  $A_Y$ , ma contributo nullo ai segnali di accelerazione dinamica  $A_{XD}$ ,  $A_{YD}$ . Quando invece l'apparecchio 30 viene mosso, anche la forza di gravità può fornire un contributo ai segnali di accelerazione dinamica  $A_{XD}$ ,  $A_{YD}$ , in quanto può variare l'orientazione degli assi preferenziali di riconoscimento X, Y rispetto alla verticale (ossia rispetto alla direzione della forza di gravità). Dunque, il movimento dovuto all'intervento dell'utente viene rilevato in modo preciso.

Inoltre, è vantaggioso l'impiego di sensori inerziali di tipo MEMS, che sono estremamente sensibili, hanno ingombro ridotto, possono essere realizzati a costi relativamente bassi e, soprattutto, hanno consumi praticamente trascurabili.

CERBARI Elena  
Isotazione Albo nr 426/BMI



Risulta infine evidente che al dispositivo descritto possono essere apportate modifiche e varianti, senza uscire dall'ambito della presente invenzione.

In particolare, il dispositivo di attivazione 10 potrebbe avere un terzo asse preferenziale di rilevamento, non parallelo e preferibilmente ortogonale ai primi due, e comprendere un sensore inerziale e uno stadio di trasduzione per rilevare le accelerazioni parallele a tale terzo asse. Inoltre, è possibile utilizzare un unico sensore inerziale con più grado di libertà, in luogo di una pluralità di sensori inerziali con un unico grado di libertà.

È inoltre possibile prevedere un unico stadio di trasduzione, collegabile in sequenza alle uscite dei sensori inerziali (o del sensore inerziale) mediante un multiplexer; in questo caso, i segnali forniti in sequenza dallo stadio di trasduzione, relativi a diversi assi preferenziali di rilevamento, possono essere temporaneamente memorizzati in un registro e quindi forniti a un istante prefissato allo stadio di comparazione 16.

CERVARO ELEVA  
Iscrizione Albo n° 426/BMI

## R I V E N D I C A Z I O N I

1. Dispositivo inerziale multidirezionale avente una pluralità di assi preferenziali di rilevamento (X, Y) e comprendente:

mezzi sensori inerziali (11, 12), sensibili ad accelerazioni dirette parallelamente a detti assi preferenziali di rilevamento (X, Y);

mezzi di trasduzione (14, 15), accoppiati a detti mezzi sensori inerziali (11, 12) e fornenti una pluralità di segnali di accelerazione ( $|A_{XD}|$ ,  $|A_{YD}|$ ) correlati ciascuno a un'accelerazione parallela a un rispettivo detto asse preferenziale di rilevamento (X, Y);

primi mezzi di confronto (21, 24, 30), collegati a detti mezzi di trasduzione (14, 15) e fornenti un prefissato valore logico (R, alto) quando almeno uno di detti segnali di accelerazione ( $|A_{XD}|$ ,  $|A_{YD}|$ ) è maggiore di una rispettiva soglia superiore ( $X_H$ ,  $Y_H$ );

caratterizzato dal fatto di comprendere:

secondi mezzi di confronto (22, 23, 29), collegati a detti mezzi di trasduzione (14, 15) e a detti primi mezzi di confronto (21, 24, 30) per fornire detto prefissato valore logico (R, alto) quando ciascuno di detti segnali di accelerazione ( $|A_{XD}|$ ,  $|A_{YD}|$ ) è maggiore di una rispettiva soglia inferiore ( $X_L$ ,  $Y_L$ ), che è minore della rispettiva soglia superiore ( $X_H$ ,  $Y_H$ ).

CERRARO Elena  
(iscritta Albo nr 426/BAI)

2. Dispositivo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti primi mezzi di confronto (21, 24, 30) comprendono, per ciascun detto asse preferenziale di rilevamento (X, Y), un rispettivo primo comparatore (21, 24), avente una rispettiva detta soglia superiore ( $X_H$ ,  $Y_H$ ) e ricevente un rispettivo detto segnale di accelerazione ( $|A_{XD}|$ ,  $|A_{YD}|$ ), e almeno una prima porta logica (30), collegata a ciascun primo comparatore (21, 24).

3. Dispositivo secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che detti secondi mezzi di confronto (22, 23, 29) comprendono, per ciascun detto asse preferenziale di rilevamento (X, Y), un rispettivo secondo comparatore (22, 23), avente una rispettiva detta soglia inferiore ( $X_L$ ,  $Y_L$ ) e ricevente un rispettivo detto segnale di accelerazione ( $|A_{XD}|$ ,  $|A_{YD}|$ ), e almeno una seconda porta logica (29), collegata a ciascun secondo comparatore (22, 23).

4. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che dette soglie superiori ( $X_H$ ,  $Y_H$ ) sono fra loro uguali ( $X_H$ ,  $Y_H$ ) e dette soglie inferiori ( $X_L$ ,  $Y_L$ ) sono fra loro uguali.

5. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che il

rapporto fra la soglia superiore ( $X_H$ ,  $Y_H$ ) e la soglia inferiore ( $X_L$ ,  $Y_L$ ) corrispondenti a uno stesso di detti assi preferenziali di riferimento ( $X$ ,  $Y$ ) è sostanzialmente pari a  $1/\sqrt{2}$ .

6. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detti mezzi sensori inerziali (11, 12) comprendono almeno un sensore micro-elettro-meccanico a sbilanciamento capacitivo.

7. Dispositivo secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che detti mezzi sensori inerziali (11, 12) comprendono un sensore micro-elettro-meccanico a sbilanciamento capacitivo per ciascuno di detti assi preferenziali di rilevamento ( $X$ ,  $Y$ ).

8. Dispositivo secondo la rivendicazione 6 o 7, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di trasduzione (14, 15) comprendono almeno un convertitore C-V (17), collegabile a detto almeno un sensore micro-elettro-meccanico (11, 12), un nodo sottrattore (19), avente un ingresso non invertente collegato a un'uscita di detto convertitore C-V (17) e un ingresso invertente, un filtro (18), collegato fra detta uscita di detto convertitore C-V (17) e detto ingresso invertente di detto nodo sottrattore (19), e un raddrizzatore (20) collegato a un'uscita di detto nodo sottrattore (19) e fornente al

CERRARO Elena  
Iscrizione Albo nr 426/BAN



meno un rispettivo detto segnale di accelerazione ( $|A_{XD}|$ ,  $|A_{YD}|$ ).

9. Apparecchio elettronico portatile comprendente un dispositivo di riattivazione da stand-by, caratterizzato dal fatto che detto dispositivo di riattivazione da stand-by comprende un dispositivo inerziale multidirezionale (10) realizzato secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-8'.

10. Metodo per rilevare lo stato di moto di un dispositivo, comprendente le fasi di:

generare una pluralità di segnali di accelerazione ( $|A_{XD}|$ ,  $|A_{YD}|$ ) correlati ciascuno a un'accelerazione parallela a un rispettivo asse preferenziale di rilevamento (X, Y); e

fornire un prefissato valore logico (R, alto) quando almeno uno di detti segnali di accelerazione ( $A_{XD}$ ,  $A_{YD}$ ) è maggiore di una rispettiva soglia superiore ( $X_H$ ,  $Y_H$ );

caratterizzato dal fatto di comprendere la fase di fornire un prefissato valore logico (R, alto) quando ciascuno di detti segnali di accelerazione ( $A_{XD}$ ,  $A_{YD}$ ) è maggiore di una rispettiva soglia inferiore ( $X_L$ ,  $Y_L$ ), che è minore della rispettiva soglia superiore ( $X_H$ ,  $Y_H$ ).

11. Metodo secondo la rivendicazione 10, caratte-

CERBARI Eleno  
Iscrizione Albo nr. 426/BAM



rizzato dal fatto che dette soglie superiori ( $X_H$ ,  $Y_H$ ) sono fra loro uguali ( $X_H$ ,  $Y_H$ ) e dette soglie inferiori ( $X_L$ ,  $Y_L$ ) sono fra loro uguali.


12. Metodo secondo la rivendicazione 10 o 11, caratterizzato dal fatto che il rapporto fra la soglia superiore ( $X_H$ ,  $Y_H$ ) e la soglia inferiore ( $X_L$ ,  $Y_L$ ) corrispondenti a uno stesso di detti assi preferenziali di riferimento ( $X$ ,  $Y$ ) è sostanzialmente pari a  $1/\sqrt{2}$ .

13. Dispositivo inerziale multidirezionale, sostanzialmente come descritto con riferimento alle figure annesse.

p.i.: STMICROELECTRONICS S.R.L.

  
CERRARO Elena  
(iscrizione Albo nr 426/BMI)

CERRARO Elena  
(iscrizione Albo nr 426/BMI)

 CAMERA DI COMMERCIO  
INDUSTRIA, ARTIGIANATO E AGRICOLTURA  
DI TORINO

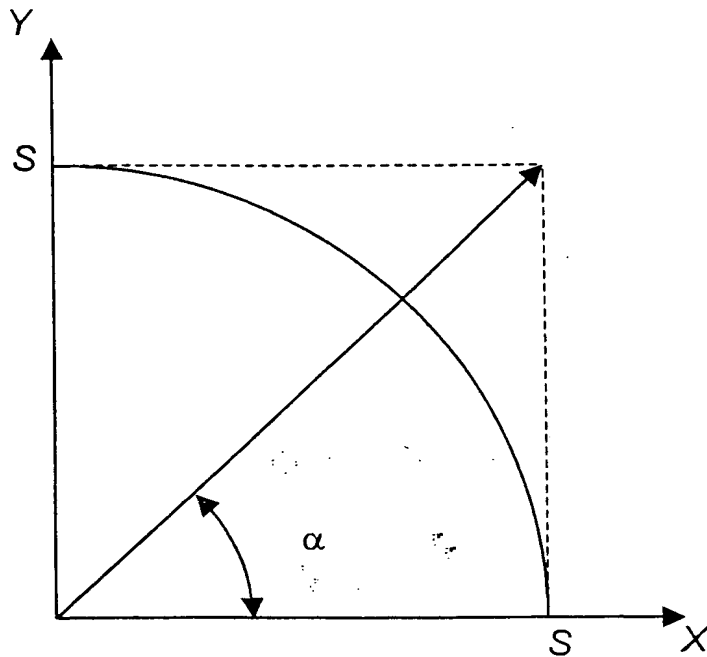


Fig. 1

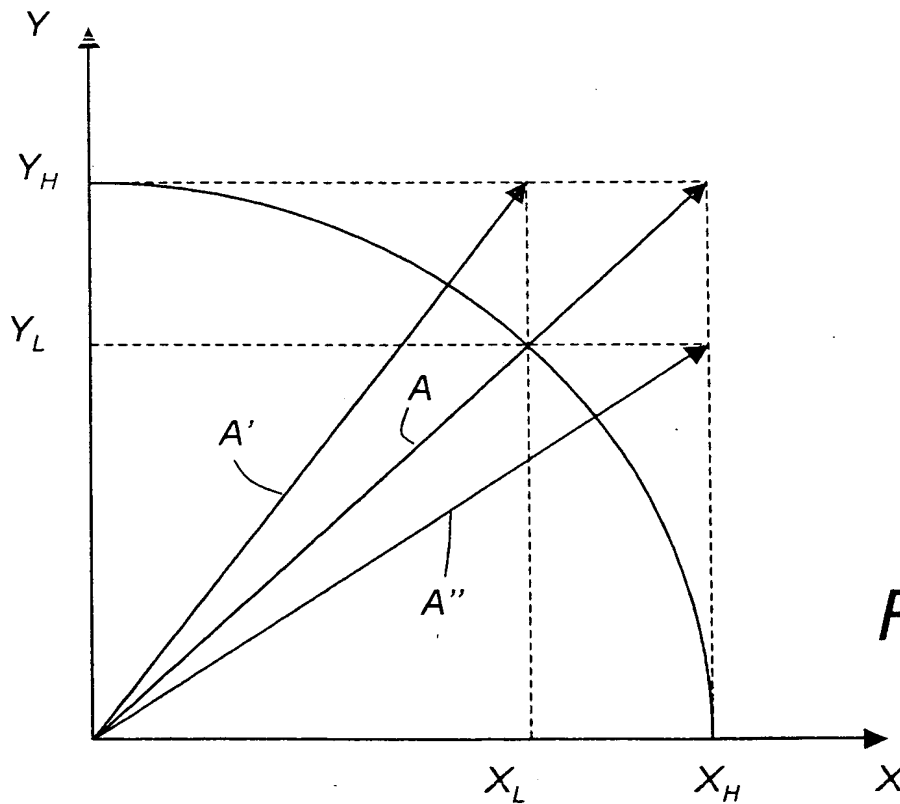


Fig. 4

p.i.: STMICROELECTRONICS S.R.L.

CEDASO Elina  
Iscrizione Albo nr 426/BMI



CAMERA DI COMMERCIO  
INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA  
DI TORINO

BEST AVAILABLE COPY

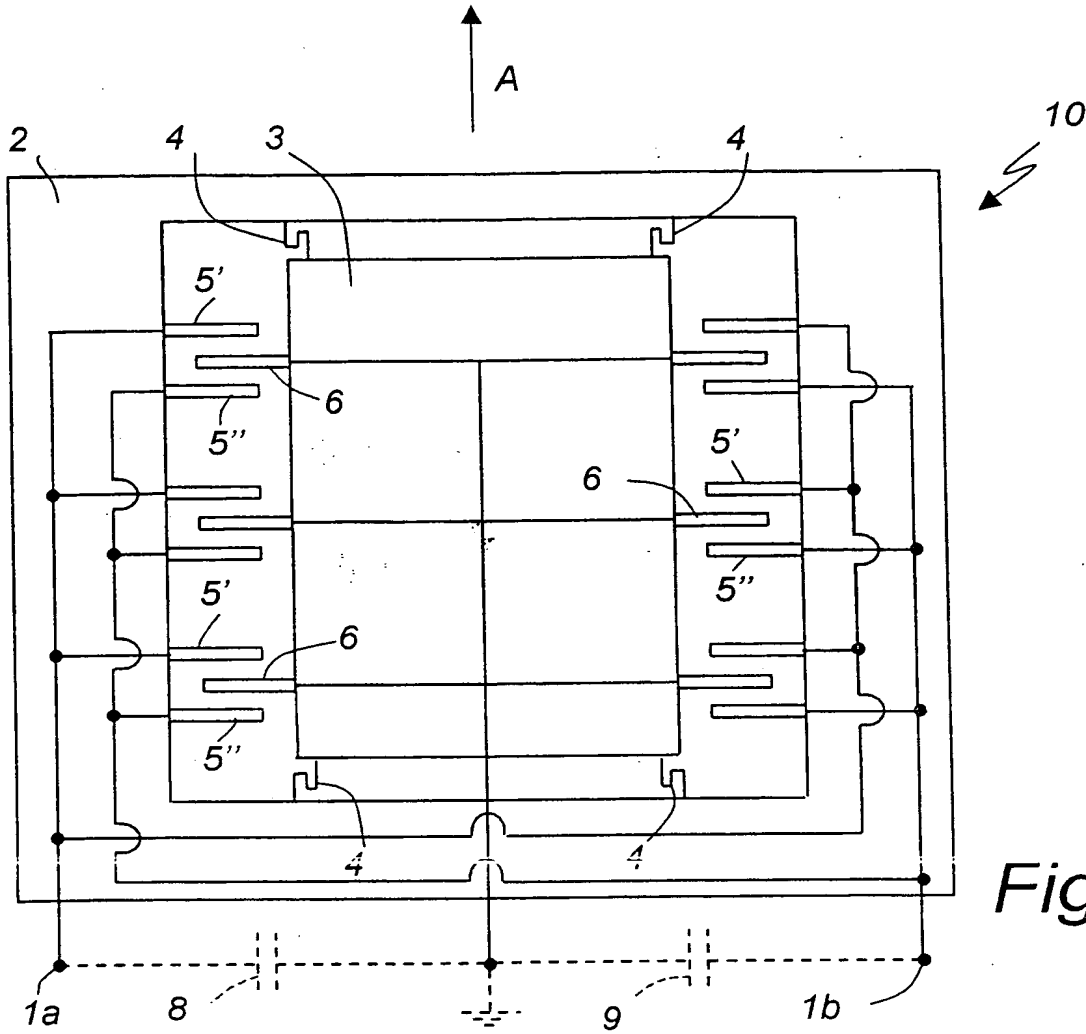


Fig. 2

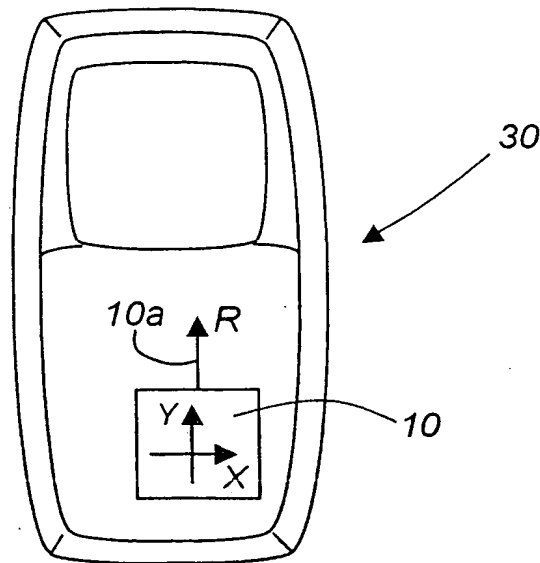


Fig. 5



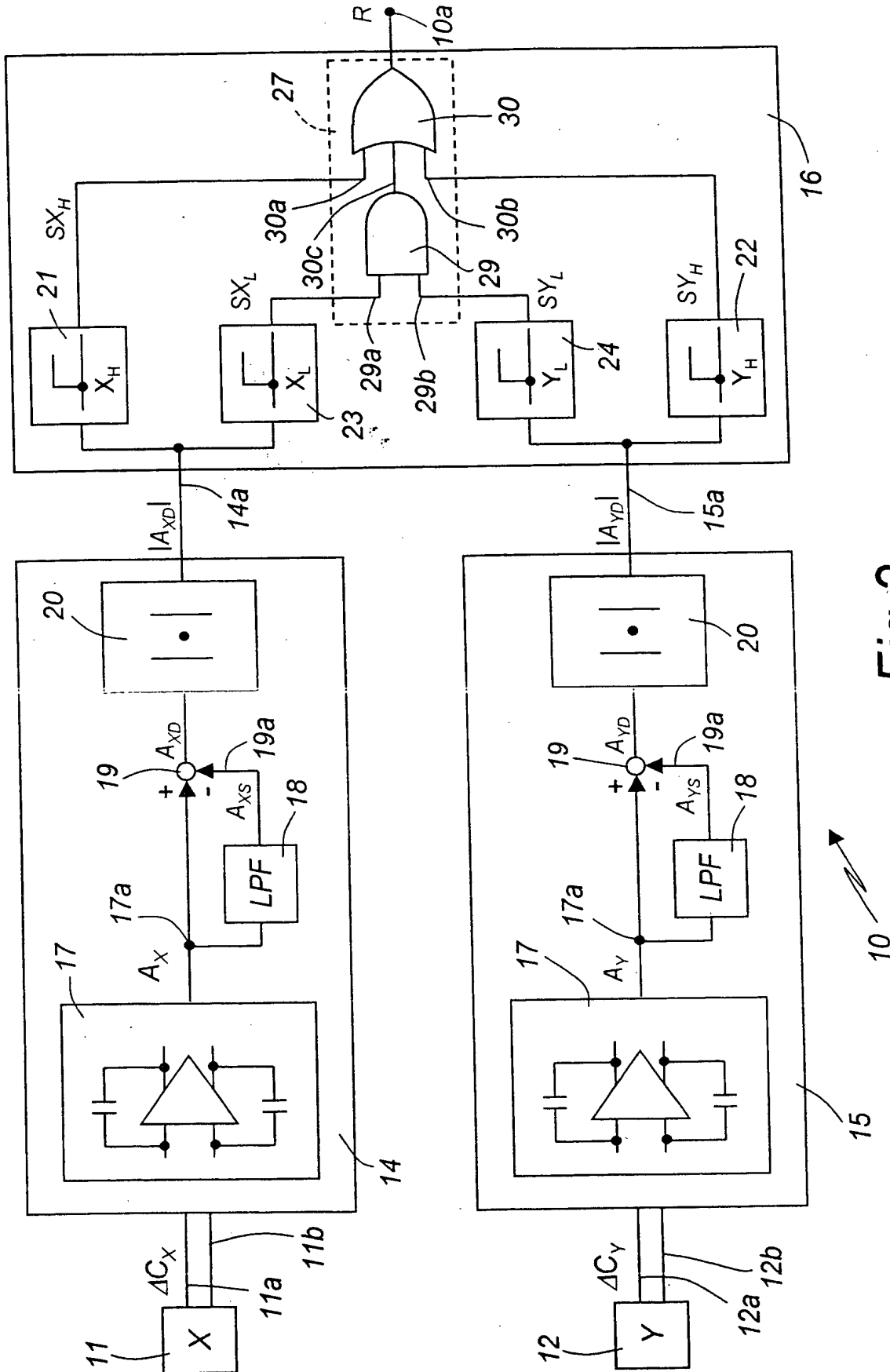


Fig. 3

BEST AVAILABLE COPY